

修 士 論 文 の 和 文 要 旨

大学院電気通信学研究科		博士前期課程	量子・物質工学専攻
氏 名	横尾 観周		0433046
論 文 題 目	Vortex formation by splitting of a trapped BEC		
<p>要 旨</p> <p>本論文では、希薄原子気体ボーズ・アインシュタイン凝縮体 (BEC) の量子渦の生成について、特にアトムチップ上での磁場トラップを利用したBECの分割とそのBECの干渉時における渦の生成について理論的研究をした。マサチューセッツ工科大学のKetterleを中心とする実験グループが2005に発表した、BECのアトムチップ上での干渉実験の報告を参考に本研究でその実験結果の数値計算による再現を行った。このMITの実験結果によると、アトムチップ上で磁場を使い二つに分割したBECを干渉させた実験の際にBEC上に量子渦の発生を示唆する干渉模様が偶然にも観測された。本研究では数値計算を用いたこの実験結果の再現により、なぜこのアトムチップ上の干渉実験でBECの量子渦が発生したのか考察した。</p> <p>本研究では量子の渦の発生について二つのケースを考える。1つは位相の刷り込み (Phase imprinting) によるトポロジカルな量子渦の生成。もう1つは動力学的 (dynamical) な量子渦の生成である。トポロジカルな場の考察の為BECのスピン自由度を考慮にいたした三成分のGross-Pitaevskii 方程式を数値計算的により解いた。トポロジカルな渦の生成は磁場の解放時に起る。$m=-1$状態にある準安定なWeak-field seeking基底状態のBECを磁場トラップを使って分裂させる際に、他の状態 ($m=0, +1$) に位相の特異点の対が現れる。この時$m=0$の状態には渦度が1の位相の特異点が現れ、$m=-1$には渦度が2の特異点が現れ、その符号は同じである。その後二つのBECを干渉させるためにトラップを解放すると、異なった方向の磁場が非同期的に解放される事により$m=-1$にあった原子の多くが他の位相の特異点のある状態に移る。その際に量子渦が生成される。\mathbf{B}_z方向の磁場が他の方向に比べて十分速い場合、この短い時間では多くの原子は$m=0$状態に移り、渦度が1の渦ができる。ダイナミカルな渦の生成では、BECを分裂させる時間を十分に短くすることにより、全ての状態に位相の特異点をみる事が出来る。ダイナミカルに生成された渦の対は渦度が異なった符号を持っているのでトポロジカルな渦とは異なる事が判別できる。</p>			